

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

003230557

WPI Acc No: 1981-91116D/198149

Gas metal arc welding control - esp. to maximise arc stability, puddle control and deposition rate in spray transfer mode

Patent Assignee: DIMETRICS INC (DIME-N)

Inventor: KIMBROUGH A G; ROTHERMEL R R; VIRI D P

Number of Countries: 004 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
US 4301355	A	19811117				198149 B
GB 2081478	A	19820217	GB 8119779	A	19810626	198207
JP 57052574	A	19820329	JP 81121769	A	19810803	198218
CA 1152162	A	19830816				198337
GB 2081478	B	19840613				198424
JP 88025868	B	19880527				198825

Priority Applications (No Type Date): US 80175357 A 19800804

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

US 4301355 A 12

Abstract (Basic): US 4301355 A

Weld arc stability, puddle control and deposition rate are maximised, esp in out-of-position welding, for a given power level and a given feed wire electrode material of given dia., by (a) passing power from a constant current rapid response power supply to the feed wire electrode; (b) providing a current feedback signal corresp to the value of the current at the welding arc; (c) providing a voltage feedback signal corresp to the value of the voltage at the welding arc; (d) providing a current reference control signal at a given frequency and amplitude to modulate the power to provide a current varying between high and low output currents.

This is followed by (e) providing a pulse width modulator control signal corresp to the amplified difference between the current feedback signal and a current programmed signal; (f) controlling the pulse width of the current reference control signal with the pulse width modulator control signal to provide a constant current control mode of the power supply; and (g) controlling the feed wire electrode feed rate according to a signal corresp to the amplitude difference between the voltage feedback signal and a voltage programmed signal.

An extremely wide range of spray transfer performance, from very low power input welds to very high deposition rate out-of-position welds, is achieved in gas-metal arc welding, giving excellent quality welds with minimum spatter, process repeatability and arc stability

Abstract (Equivalent): GB 2081478 B

A method for maximising weld arc stability, puddle control and deposition rate on a work especially in but not limited to out-of-position welding for a given power level and given feed wire electrode material of given diameter, including the steps of: (a) passing power from a constant current rapid response power supply to the feed wire electrode; (b) providing a current feedback signal corresponding to the value of the current at the welding arc; (c) providing a voltage feedback signal corresponding to the value of the voltage at the welding arc; (d) providing a current reference control signal at a given frequency and given amplitude to modulate the power

to provide a current varying between a relatively high output current of the power supply and relatively low output current; (e) providing a pulse width modulator control signal corresponding to the amplified difference between said current feedback signal and a current programmed signal; (f) controlling the pulse width of said current reference control signal with said pulse width modulator control signal to provide a constant current control made of the power supply; and (g) controlling the rate of feed of said feed wire material in accordance with a signal corresponding to the amplitude difference between said voltage feedback signal and a voltage programmed signal.

Title Terms: GAS; METAL; ARC; WELD; CONTROL; MAXIMISE; ARC; STABILISED; PUDDLE; CONTROL; DEPOSIT; RATE; SPRAY; TRANSFER; MODE

Derwent Class: M23; P55; X24

International Patent Class (Additional): B23K-009/09; G05F-001/02

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): M23-D01A

Manual Codes (EPI/S-X): X24-B02X

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭57-52574

⑤Int. Cl.³
B 23 K 9/12
9/10

識別記号
厅内整理番号
6378-4 E
6378-4 E

⑥公開 昭和57年(1982)3月29日
発明の数 3
審査請求 未請求
(全 12 頁)

⑦ガス金属アーク溶接方法および装置

⑧特 願 昭56-121769

⑨出 願 昭56(1981)8月3日
優先権主張 ⑩1980年8月4日⑪米国(US)
⑫175357

⑬發明者 アンドリュウ・グレイ・キンブ
ロー
アメリカ合衆国カリフォルニア
州93065シミ・ノンチャラント
・ドライブ1177

⑭發明者 ロナルド・リチャード・ロサー
メル

アメリカ合衆国カリフォルニア
州91355バレンシア・ビア・ア
ンドラ23707

⑮發明者 ドナルド・ピーター・ビリー
アメリカ合衆国カリフォルニア
州93063シミ・アルスコット237

⑯發明者 ダイメトリクス・インコーポレ
ーテッド
アメリカ合衆国カリフォルニア
州91343セパルベーダ・ショエ
ンボーン・ストリート16630

⑰代理人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明細書

1 発明の名称 ガス金属アーク溶接方法および
装置

2 特許請求の範囲

1 次の各工程、すなわち、

- (a) 急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に電力を供給する工程、
- (b) 溶接アークにおける電流の値に対応する電流フィードバック信号を形成する工程、
- (c) 溶接アークにおける電圧の値に対応する電圧フィードバック信号を形成する工程、
- (d) 所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号を形成し、これによつて電源の変調を行い電源より比較的に高いレベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電流の間に変化する電流を生じさせる工程、
- (e) 前記電流フィードバック信号と電流プログラム信号との間の差の増幅値に対応するバルス幅変調制御信号を形成する工程、
- (f) 前記電流基準制御信号のバルス幅を、前

記バルス幅変調制御信号によつて制御し、電力供給の定電流制御モードを形成する工程、

(g) 一フィードワイヤ材料の送給速度を前記電圧フィードバック信号と電圧プログラム信号との振幅差に対応する信号によつて制御する工程、

をそれぞれ含んでおり、特に限定はされないが定位外溶接に適し所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極に対し溶接アークの安定性を確保し、溶融溜り制御および堆積速度を向上させたことを特徴とするガス金属アーク溶接方法。

2 前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログラム信号との間の差の増幅値に対応する付加的なバルス幅変調制御信号を形成する工程を含み、さらに選択的にこの付加的バルス幅変調制御信号を用いて前記電流基準制御信号のバルス幅を制御し、供給電力の定電圧制御モードを形成する工程、並びにこの付加的

パルス幅変調制御信号が選択されたときは常にフィードワイヤ材料の送給速度を一定に維持する工程を含んでなる特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。

3. 急速応答定電流電源よりの電力をこの電源とフィードワイヤ電極の間に設けた固体スイッチを開閉することにより所定周波数に比し高い周波数で通過させ、この電極に通過する電力パルスのパルス幅を前記電流基準制御信号と電流フィードバック信号との間の差に対応したレベルの信号によって制御する特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。
4. 供給電源の最大出力電流に対応する前記の比較的に高いレベルの出力電流と、比較的に低い出力電流をアークを維持するにちようど充分な値に調整し、定位位置外溶接作業においても有効な堆積を維持し得るような金属スフレイ転移特性を保たせ得るようにし、さらに前記所定周波数を所定の電力レベル並びに所定直径のフィードワイヤ電極材料に対しアーモトーチオシレータの位置に対し同期せしめる工程を設け、オシレータの位置の関数として溶融溜りの制御を行うようにした特許請求の範囲第5項記載の溶接方法。

8. 次の各工程、すなわち、
 - (a) 急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に電力を供給する工程、
 - (b) 溶接アークにおける電流の値に対応する電流フィードバック信号を形成する工程、
 - (c) 溶接アークにおける電圧の値に対応する電圧フィードバック信号を形成する工程、
 - (d) 所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号を形成し、これによつて電源の変調を行い電源より比較的に高いレベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電流の間に変化する電流を生じさせる工程、
 - (e) 前記電流フィードバック信号と電流プロ gramm信号との間の差の増幅部に対応するパルス幅変調制御信号を形成する工程、
 - (f) 前記電流基準制御信号のパルス幅を、前

クの安定性を最も良くするような値に調節可能な特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。

5. 前記選択変調制御信号を前記所定周波数に比して低い周波数でピーク値とベース値に対応する値の間にパルス状にする付加的工程を設け、これによつて加工片を交互に溶融および冷却するようにし、この低い周波数およびパルス幅をそれぞれ調整可能とし、加工片底部に最適の貫通溶接が形成され、さらに溶融溜り制御およびこれらの両者を定位位置外溶接においても最適値と成し得るようにした特許請求の範囲第1項または第2項記載の溶接方法。
6. 前記低周波数および溶接アークの加工片に対する移行速度を同期せしめる工程を有し、移行方向に沿つて連続する溶融パルスによる溶接間に一定の間隔を設けるようにした特許請求の範囲第5項記載の溶接方法。
7. 前記低周波数およびパルス幅をクロスシー

記パルス幅変調制御信号によつて制御し、電力供給の定電流制御モードを形成する工程、

- (g) フィードワイヤ材料の送給速度を一定に維持する工程、
をそれぞれ含んでおり、特に限定はされないが定位位置外溶接に適し所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極に対し溶接アークの安定性を確保し、溶融溜り制御および堆積速度を向上させたことを特徴とするガス金属アーク溶接方法。
- 9.(a) 電力を溶接ヘッドに供給し、溶接アークを形成する急速応答定電流電源、
(b) 電流フィードバック信号を形成するアーク電流応答装置、
(c) 電圧フィードバック信号を形成するアーク電圧応答装置、
(d) 前記急速応答定電流電源に対し電流基準制御信号を発生しその電流を高レベルの出力電流と低レベルの出力電流との間に所定

- 周波数で変化するように変調するパルス幅変調器、
- (e) 電流プログラム信号を形成する装置、
- (f) 電圧プログラム信号を形成する装置、
- (g) 前記電流基準制御信号に対し電流プログラム信号と電流フィードバック信号との間の差の増幅値の閾数としてパルス幅変調するパルス幅変調制御信号を発生する装置で、これにより前記電源より定電流制御を行う装置、
- (h) 前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログラム信号との間の差の増幅値に対応する信号によつてフィードワイヤ電極の送給速度を制御する命令装置、
- とをそれぞれ具えてなり、所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極材料に対し、特に定位置外溶接作業においてもアーケーヘッドと加工片の間の溶接アーケークの安定性を向上し、また加工片の溶融溶り制御および堆積速度を最大ならしめるようにした

ことを特徴とするガス金属アーケ溶接装置。

10. 前記電流基準制御信号に対しパルス幅変調を前記電圧プログラム信号と前記電圧帰還信号との間の差の増幅の閾数として行う付加的パルス幅変調制御信号を発生する装置を設け、前記付加的パルス幅変調制御信号を第1のパルス幅変調制御信号と取替え、これと同時に前記定速装置を前記指令装置と取替え、電源供給を定電圧制御モードとする溶接モードスイッチを具えて成る特許請求の範囲第9項記載の装置。
11. 前記急速応答定電流電源は電力を溶接ヘッドに供給する固体スイッチを具え、さらにこのスイッチを前記所定周波数に比較して高い周波数で開閉する発振器と、前記電流基準制御信号と前記電流フィードバック信号との間の差に応答してこの差によつて定まる信号レベルを形成する装置と、この信号レベルに応答し前記固体スイッチが前記高周波の各周期において閉じる時間長を制御し、これによつて前記アーケ電流を制御する装置を具えて成る特許請求の範囲第9項記載の装置。
12. 前記高レベル出力電流が電源の最大出力に対応しかつその低レベル出力電流を溶接アーケをちようど維持するような値に調節する装置を設け、これによつて定位溶接においても金属スプレイ転移特性を維持させ、さらに前記所定周波数を調整し前記所定電力レベルおよび所定直径のフィードワイヤ電極材料に対し最大のアーケ安定度を得るようにした特許請求の範囲第9項記載の装置。
13. 前記所定周波数に比し低周波で動作するパルス装置を設け、前記溶接モードスイッチはこのパルス装置に対し定電流制御モードの場合において第1に述べたパルス幅変調制御信号へ変調する装置を設け、定電圧制御モードの場合には付加的パルス幅変調制御信号を変調するようにし、この低周波パルス変調によりパルス幅変調制御信号をピーク値とベース値の間に変調し、加工片を交互に溶融およ
- び冷却を行い、さらに前記低周波を調整し、定位位置外溶接作業においても最適の作業片底部の貫通溶接と溶融溶り制御が得られるよう構成した特許請求の範囲第10項記載の装置。
14. 前記低周波数を調整する装置は、この低周波数を溶接アーケの加工片に対する移行速度に同期するようにし、移行方向に沿つて生ずる連続した溶融パルスによる溶接間に一定の間隔を形成するようにした特許請求の範囲第13項記載の装置。
15. 前記低周波数を調整する装置は、この低周波数をトーチクロスシームオッシャレータの位置に対し同期させる装置を設け、オッシャレータの位置の閾数として溶融溶り制御を行うようにした特許請求の範囲第13項記載の装置。

3 発明の詳細な説明

本発明は一般に溶接作業全体に関するもので、とくに固体回路、またはトランジスタ化した供給電源を有するガス金属アーク溶接方式に関するものである。

ガス金属アーク溶接ではフィードワイヤ電極を使用する。電気アークがこの電極と加工片との間に生じ、一般に適当なカバー構造を用いてアーク中に不活性ガスを送給する。この不活性ガス中には或る程度の化学的に活性なガスが存する。

フィードワイヤ電極は加工片に向つて連続的に送給されるが、アークの高熱によつて溶融し、電極の金属が加工片となるベース材上に堆積し溶接部を形成する。

このような既知の技術において、もつとも好ましい金属の転移は“スプレイ転移”と呼ばれているものである。この種の転移においては、大きな電流密度とそれにより生ずる大なる同軸磁界並びに圧力、電極頭部とベース金属間の電圧降度などが組合されて溶融金属粒子がフィードワイヤの端

部より放出され加工片へ向つて連続的に供給される。これらの粒子はアークを通じて送られ、加工片に形成される溶融滴りに衝突する。この溶融滴りを正しく制御しないとその大きさが過大となり、定位位置外（溶接トーチが垂直位置以外の位置）溶接ではスプレイ転移モードを維持するのが難かしくなる。例えばパイプの周囲を溶接する場合、重力の作用によつて溶融滴りが不所望に流れ出すことがある。

また電流密度を減少させてゆくと、フィードワイヤの端部より金属を放出させるに不充分な値となり、金属は溶融したドロップレット（滴）を形成する。このドロップレットはその大きさを増し、その重量によつてワイヤより離れ溶融滴りに向つて落下する。この溶融滴りにドロップレットが衝突すると溶接部位に溶融金属の飛散（スプラッシュ）が生ずる。このような擾乱作用はトーチと加工片の間に余分な飛散が集つて、冷間ラップを生じ溶接品質を低下させる。

さらに使用する電流密度を低下させると、フィ

ードワイヤ電極はドロップレットが形成されるよりも早く溶融滴りに向つて移動する。その結果金属の転移は生ぜず、遂にはフィードワイヤの端部のドロップレットと溶融滴りとが物理的に接触する。この点で短絡が生じアークは消え、一般に用いられる定電圧電源より過大なる電流サージが生ずる。従つて短時間でフィードワイヤは溶融し、ついには溶断するに至る。

この溶融作用で再びアークが生じ電流は初めの低電力レベルに戻り、全体の動作が繰返えして行われる。この動作は200 Hz迄の周波数で生じ得る。この動作は従来短絡回路アーク動作として知られている。この短絡回路アーク動作では溶融滴りが小さいので定位位置外溶接の場合には極めて有用なものである。しかし一方この短絡回路アーク動作では堆積速度が低く、一般に多孔質部分が生じまた冷間ラップが生することにより溶接品質は低くなる。

以上に述べた欠点の一部は定位位置外溶接に対してパルススプレイ転移モードとして知られている

最近の半導体応用技術によつて解決することができる。その要旨は供給電源出力を60 Hzまたは120 Hzの何れかでパルス化するものである。このような条件下では、点弧アークを保持するに丁度充分な値に調整したdc基準レベルの出力を電源より発生させれば良い。この基準レベルに対し60または120 パルス/秒の高出力レベルパルスを重畳する。このパルスにより生ずる大電流密度によつて金属粒子はスプレイ転移モードで放出される。このパルスを除くと金属転移は終り、次のパルスまで低電力アークが維持される。

この工程によると交互冷却により溶融滴りの制御ができ、定位位置外溶接が容易に行われる。これによると多くの短絡回路アーク工程の欠点はカバーされるが、得られる堆積速度は比較的低いものである。

すべての場合において基本的な問題はアークの安定性である。もしアークの安定化を得るために何等かの手段があれば、他の制御工程を容易に行うことができ、定位位置外溶接においても溶融滴り

の制御および堆積速度を最大にし得る。

上述したような現状に鑑み、本発明は從来の方
法および装置を遙かに改良したものを提供し、特にアーケの安定性を充分に高め、かつ溶融溜り制
御と堆積速度を所定の電力レベルおよび所定直径
の所定のフィードワイヤ電極材料に対しても定位
位置外溶接作業でこれが最適にできるようにし、從
来既知の溶接方法および装置を遙かに改良しよう
とするものである。

本発明の要旨を簡単に説明すると次の如くであ
る。

急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に
電力を供給する。

溶接アーケにおける電流値およびその電圧値に
それぞれ対応する電流および電圧フィードバック
号を形成する。

所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号
によつて電源の変調を行い電源より比較的に高い
レベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電
流の間に変化する電流を生じさせる。

電流フィードバック信号とあらかじめセットし
た電流プログラム信号との間の差の増幅値を用い、
電流基準制御信号のパルス幅を制御し、電力供給
の定電流制御モードを形成する。

このモードにおいてはフィードワイヤ材料の送
給速度を前記電圧フィードバック信号と電圧プロ
グラム信号との振幅差に対応する信号によつて制
御する。

さらに本発明の好適モードにおいては、その方
法は、次の各工程を含む。

前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログ
ラム信号との間の差の増幅値に対応する付加的な
パルス幅変調制御信号を形成する。

選択的にこの付加的なパルス幅変調制御信号を用
いて前記電流基準制御信号のパルス幅を制御し、
供給電力の定電圧制御モードを形成する。この付
加的なパルス幅変調制御を選択したときはフィード
ワイヤの送給速度は一定となる。

さらに他の特徴においては、所定信号に比して
低い周波数で選択した変調器制御信号をピーク値

とベース値との間に変動するパルス化し、加工片
の溶融と冷却が交互に行われるようとする。この低周波数を可変とし、特に定位位置外溶接において
「溶融」と「冷却」を交互に行い最適の加工片底部への貫通溶接と、溶融溜り制御とを可能とする。

第1図は溶接ヘッド10を略図的に示す。このヘ
ッドには所定の直径dを有するフィードワイヤ11
を設けてある。このフィードワイヤ11を囲んで接
触管、または他の電流伝達装置、例えばプラシ12
を設け、以下に詳細に説明するように適當な電流
供給源より電気供給を行う。ガス金属アーケ溶接
工程においてはフィードワイヤ11は電極として作
用し、溶接工程中順次消耗してゆく。

溶接ヘッド10の下側には加工片13を図示して
ある。この加工片は1例として溶接により連結すべ
きパイプの端部とする。このような場合、衝合する
各パイプの端部にはそれぞれテープを設け、そ
の外側形状がV形溝状となるようにしこの箇所に
溶接を行う。

溶接アーケは電極11の頭部と加工片13の間に形

成され、図においてはこれを14で示す。このアーケ
の特徴は矢印15で示すようなアーケ電流が流れ、
さらに矢印16で示すようなアーケ電圧を有するも
のとする。この電圧は接触管11と加工片13の下側
端部と加工片13の表面の間で測定する。

このアーケ自体はプラズマ部分を有しており、
略図で示すように小金属粒子が電極11の頭部より
放出され加工片のV形溝内に溶融金属の溜り17を
形成する。

第1図に略図で示した例においては溶接工程は
パイプの衝合した端部の周において進められてい
くので、ヘッドは図面の面に対し移動しつつパイ
プ端部の周を囲んで移動する。パイプを固定位置
に保持し、溶接ヘッド全体をその衝合縫部のまわ
りに移動させ進行させる場合に、溶融溜り17があ
まり大きいとこれは流れ出したりまたは不安定の
状態となり、特に定位位置外溶接(トーチが垂直下
向以外の溶接をいう)作業の場合において、溶接
ヘッドがパイプの側面の上側に位置したり、また
は実際上パイプの下側に位置するような時にこれ

が生ずる。

さらに第1図には互いに溶接すべき加工片の底部 β を示してあり、パイプ端部を互いに溶接する。

合正しい溶接工程ではこの底部にまで溶接作用が進行しかつこれを突き抜けて進み実際上パイプの衝合している内側円周部分には α で示すような小さな溶接ビードが生ずるようになる。

電流を増加させると、すなわち溶接アークにより多くの電力を供給すると溶接工程中この貫通作用が増大する。また過大な電力によつては過大な貫通(抜け落ち)が生じ、衝合端部を完全に溶融させ穴を形成し、溶融滴りはパイプの内側に落下する。また溶接アークの電力があまりに小さいと溶接端部の完全な溶融または充分な貫通溶接を生ぜず、溶接の力の弱い部分が生ずる。すなわち溶融滴りの制御は単にその位置を保つのみでなく、最適な底部の貫通を達成するためと正当な溶接品質を得るために極めて重要な問題である。さらにこれに加えて加工片に向つてフィードワイヤを如何にして送り出して行くかという方法は使用する溶接

モードに応じて特に重要なものである。矢印 α でこのフィードワイヤの進行を示し、その進行速度は以下にさらに詳細に説明する如く定電流制御モードの動作においてはこれを可変とし、定電圧制御モード動作においてはこれを一定のものとする。

第2図にはさらに他の動作モードにおける転移領域を示す。この例では第1図に示したスプレイ転移モードの電流密度を遙かに小さくし、金属がスプレイとしては放出されず電極 β の端部にドロップまたはドロップレット(滴粒)として管に集合する傾向を生ずる状態を示す。このドロップは電極 β が加工片に向つて進行するとその寸法が増加する。

第3図はドロップ α がさらに大きな充分大なる寸法となり電極の端部を離れ重力によつて加工片内の溶融滴り β に落下する状態を示す。この場合溶融金属の飛散(スプラッシュ)が生じ、一般に上述したように溶接品質の劣化が生ずる。従つてこのようなドロップレット転移はできるだけ避けるようにする必要がある。

第4, 5, 6図はショートアーク転移モードを順次に示すものであり、この場合電流密度はさらに減少しフィードワイヤ β の端部に形成されるドロップレットが充分大きな寸法となつて分離することなくフィードワイヤ自身が溶融滴り β に接触する状態を示す。

第4図は電極 β の端部にドロップレットが形成される状態を示す。第5図は寸法が増加したドロップレット α が溶融滴り β に正に接触しようとする状態を示す。この接触点において上述した如く短絡回路によるサージ電流が生じ、かく生ずる電流により金属を瞬時に溶融または気化し、第6図に α で示す如くアークが再び形成される。この“短絡アーク”転移モードはかなり小さくかつ制御可能な溶融滴り β を形成するので、定位置外溶接においては有効に利用される。しかし一方において上述した如く堆積速度が比較的に遅い。

第1図ないし第6図についての以上の説明により理解されるようにアークの電流または電圧或いはこれら両者を正しく制御すればアークの消滅ま

たはドロップレットの形成およびこれに伴う不利を来すことなく最大の堆積速度を達成し得る金属転移を得ることができる。さらにこのような制御を有効に行うことができるならば定位置外の溶接作業において急速な高度の金属堆積を確保することができ、しかも高品質の溶接が得られる。

上述したように本発明は溶接ヘッドに対する溶接電力を制御し、極めて安定なアークを得るようにするものである。本発明においては他の種々の制御をこれに加えて行い、必要な溶融滴りの制御を最適とし、かつ溶接作業の堆積速度を最大とし、特に定位置外溶接作業に適するものを提供するにある。

第7図は上述した制御を行うガスアーク溶接装置の基本的プロックダイアグラムを示す。第7図においてアーク溶接ヘッド、電極材料、加工片、アーク並びに接触管は全て第1図ないし第6図に使用したと同じ番号で示してある。接触管 γ を通じる電極材料 β の移動は α に示す適当な供給ローラにより行われ、この電極自体は供給リール β よ

り供給を行う。

本溶接装置自体はプロック A で示す急速応答定電流電源を有し、導線 26 および 29 を通じ溶接アーケル 14 を形成する電力を供給する。溶接アーケル 14 における電流および電圧値に対応する値を有する電流および電圧フィードバック信号をそれぞれ導線 26 および 29 を通じて導出する。

急速応答定電流電源 A よりの第 1 の電力伝達制御はプロック B より出力線 30 を通じ周波数、振幅、パルス幅をそれぞれ制御し得る電流基準制御信号によつて行う。以下に詳細に説明するようにこの電流基準制御信号は、供給電力の比較的に高い出力電流と比較的に低い出力電流の間に変化する電流を生ずるよう電源電力を変調する。高い方の出力電流は電源の最大出力電流より僅か下の値に対応するよう選択し、低い方の出力電流は溶接アーケル 14 をちようど維持するに充分な値に調節し、定位溶接において有効な堆積速度が得られるようにならざる。これを換言すると電流をこのように変調する

ことにより従来行われているようなパルススプレイ転移モードが形成されるが、有効振幅およびパルス幅はこれらを自動的に制御し、最適な値とし、かつスプレイ転移特性を維持し得るようにする。またこれと同時にこの電流基準制御信号を 60 または 120 Hz に限定することなく、40 Hz より 999 Hz の全ての値に微細調節し得るようにし、所定の与えられた直径の定まつた特定の供給ワイヤを使用するある特殊の溶接作業に対し、適當な値に同調し得るようにすることが重要である。

第 7 図 プロック B より生ずる電流基準制御信号は導線 31 を通じるパルス幅変調制御信号によつてそのパルス幅の制御を行う。このパルス幅変調制御信号はスイッチ接点 32 を通じプロック C より導出する。プロック C は定電流ループ増幅器であり、溶接パラメータの 1 つを構成する電流プログラム信号をセットする装置を有している。さらにこのプロック C は導線 26 を通じ電流フィードバック信号を受信する。

スイッチ接点 32 が図示の位置にある場合導線 31

上のパルス幅変調制御信号はこの電流フィードバック信号と電流プログラム信号の差を増幅したものに対応する。

スイッチ接点 32 は三連スイッチの 1 つであり、他の 2 つの接点は 33 および 34 で示す。これらの連動スイッチの全体を溶接モードスイッチと称する。各スイッチ接点の実線で示す位置においてこれらの接点は COODW で表わす端子に位置する。この記号 COODW は (Constant Current on Demand Wire Feed) 、すなわち与えられたワイヤ供給速度に対し定電流制御を行うことを意味する。この位置においてプロック D は一般のパルス幅変調制御信号を供給し、供給電力は定電流制御モードで動作する。

スイッチ接点 32, 33, 34 の他の位置を記号 CVCW で示す。この記号 CVCW は (Constant Voltage Constant Wire Feed) 、すなわち一定ワイヤ供給速度において一定電圧の制御を意味する。スイッチ接点がこの位置においては導線 31 上に生ずるパルス幅変調制御信号はプロック D より算出され

る。プロック D は定電圧ループ増幅器より成つており溶接パラメータの 1 つを構成する電圧プログラム信号をセットする装置を含んでいる。このプロック D は導線 26 を通じ電圧フィードバック信号を受信する。

スイッチ接点 32 が CVCW 端子に位置するときは導線 31 上のパルス幅変調制御信号は電圧フィードバック信号と電圧プログラム信号の差を増幅したものに対応する。

スイッチ接点 33 はフィードワイヤ材料の各位置においてこれを供給する速度を制御する作用を行う。スイッチ接点が実線で示す如く COODW (所定ワイヤフィード速度における定電流制御) 位置においてはこのワイヤ供給速度はプロック E で制御される。このプロック E はプロック D よりの電圧プログラム信号と導線 26 上の電圧フィードバック信号の差に対応する信号を形成する。

スイッチ接点 32, 33 が CVCW 位置に切換えられた場合、すなわち定速供給定電圧動作モードを行うときは、スイッチ接点 33 はプロック D よりの信号

を供給され、一定のワイヤ供給速度を構成する。この場合においてプロック A またはプロック B よりのいずれかの信号がスイッチ接点 33 の位置に応じプロック G で示すワイヤ供給速度制御サーボに至り、これによつてライドローラ 26 の駆動モータ M の速度を制御する。タコメータ T よりのライドバック信号が図面で矢印で示す如くプロック G で受信される。

溶接モードスイッチの上述した第 3 スイッチ接点 33 は選択変調制御信号を所定周波数に対し低い周波数でパルス化する。このアーカ電流またはアーカ電圧がピーク値とベース値の間でパルス化され、加工片は溶接アーカにより交互に溶融および冷却が行われる。

以下にさらに詳述するようにこの低周波は最適の底部貫通溶着溶接を生じ、かつ定位位置外の溶接作業においても最適の溶融割り制御が可能なよう選択し、さらに溶接ヘッドの移行速度を調節して連続して生ずる溶接の溶融部が一般にごく僅かずつ重なり合い、かつ一定の間隔だけ連続的に離

本発明の好適実施例においては第 7 図においてプロック A として説明した急速応答定電流電源は第 8 図の詳細図に示すように非制御電源 35 を有し、これより 36 で省略してスイッチの記号を用いて示した固体スイッチを通じ溶接ヘッドに電流を送る。スイッチ 36 は上述の所定周波数に対し比較的に高い周波数を以つて開閉するようにし、第 7 図において導線 30 を通する基準電流制御信号よりも高い周波数でこれを送出する。この高い周波数は例えば 16 KHz である。発振器自体はプロック G で示し、36 に示したような三角形波出力を生ずる。

導線 26 上のこの電流ライドバック信号を第 8 図示のシャントおよびバッファ増幅器より導出する。加算回路 39 および増幅器 40 を有する装置を設け、これによつて上述の導線 30 に生ずる電流基準制御信号とバッファ増幅器よりの電流ライドバック信号間の差を検出し、この差によつて信号レベルを決定する。比較回路 41 が発振器 36 よりの出力を受信しこの信号レベルに応じ各高周波の周期において固体スイッチ 36 の閉じる時間長を定め、

れるようとするか、あるいは既知の米国特許第 4,019,016 号に記載されたと同様な方法でトーチオフシレータ（首振り装置）の位置に対し同期させてこれを移動させる。

以上の全ての記載において溶接作業者は溶接モードスイッチの選択によつてパルス幅変調制御信号を選択して、定電流制御モードまたは定電圧制御モード動作に電力供給を行い、これらの場合ライドワイヤの供給は各選択モードに対応して自動的に選択され最適のモード動作を行う。さらに定電流ループ増幅器 C よりパルス幅変調制御信号が導出されるか、または定電圧ループ増幅器 D よりこれが導出されるかはスイッチの何れかの位置においてプロック H よりの低周波パルス制御により必要により自動的にこれを行うようにすることができる。

第 8 図においては第 7 図に示した各プロックを大きくして点線で示し、同じ符号を用いて示してある。さらに同じ電子について同じ番号を用いて示してある。

これによつてアーカ電流を制御する。上述の如く高周波によつて溶接ヘッドに供給される。このような電流のパルス幅変調により、所望の極めて急速な応答特性を有する電力供給ができる、アーカの変化が生じたときに供給電流は急速に変化する。これを換言すると電流ライドバック信号により加算回路 39 に送り返される電流の全ての急速な変化はこの加算回路によつて受信される電流基準制御信号と比較され、信号レベルに急速に反映されスイッチ 36 のデューティサイクル（断続率）を変化させ、これによつてパルス幅またはスイッチ 36 が閉じる時間長を変化させ、上述のような変化を打消すように動作する。このようにして変化した電流信号は次いで加算回路 39 に帰還され、正しい電流制御がこのライドバックループを通じ行われる。

第 8 図のプロック A の下側にはプロック B の各電子が示してあり、これにより導線 30 を通する電流基準制御信号を形成する。

プロック 42 は常時電源の最大出力への接近を示

し、その大電流出力が電源の最大出力であることを表示する。この表示においては電源の実際の最大出力値より僅かに低い出力電流をも含むものとする。またブロックEは電源よりの低出力電流を表わし、これは溶接装置の可調整入力パラメータであり、上述した如く、溶接アーチの維持には小さな値で充分であるがもつとも適当な値に調整する。

第7図について説明した発振器ブロックGの所定周波数を調整可能とし、特定の溶接作業の条件に適合するものとし、また所定直径のフィードワイヤ材料に対し適合するものとする。すなわち特定の溶接作業に対し最適の溶接品質を得るために適合調整を行い得るものとする。この所定周波数は例えばぬないし999Hzとする。

ブロックBに略図的に示したように発振器Gよりの出力は常に示す如く三角形状波であり、この波がスイッチ接点J2が図示の如くCOODW位置にある場合はブロックCよりの導線G上のパルス幅変調制御信号と比較する。

電圧プログラム信号は側路導線を経てさらに加算回路J2に至りこの回路には導線G上の電圧フィードバック信号を供給する。これら2つの信号の間の差を増幅器Gで増幅し、000DW位置にあるスイッチ接点J3を通じブロックG内のワイアフィードサーボに供給する。このサーボは加算回路Gを含み、これによつてブロックEよりの信号とワイアローラ駆動モータMのモータのタコメータTより導線Gを通じて送られるタコメータのフィードバック信号との差を形成する。この差信号を増幅器G内で増幅し、さらに増幅器Gでこれを増幅し、導線Gを介してモータMを動作させるに充分な出力とし、これによつてフィードローラZを制御する。かくの如くして電極材料Hに対するワイアフィード(送給)速度がデイマンド(所定)ワイアフィードブロックEおよびワイアサーボブロックGにより自動的に制御される。

スイッチ接点J2, J3をCVOW端子に切り換えたときはワイア送りは定速度ワイアフィード制御回路Fにより一定に保たれる。この回路はスイッチ

第8図の下側において、ブロックCで形成される電流プログラム信号をGで示し、またブロックD内で形成される電圧プログラム信号をHで示す。既に説明したようにこれらの信号の各々は溶接入力パラメータである。

ブロックGにおいてこの電流プログラム信号を加算回路G内で導線G上の電流フィードバック信号に対し加算し、増幅器Gに対する差信号としてこれに供給し、さらにこれよりスイッチ接点J2を介し導線Gに送り出す。この特定の信号レベルを比較回路J1内で三角形状波Hと比較し、スイッチGを動作させ、導線G上の信号のレベルに応じ各周期に対し400A(アンペア)位置にこのスイッチを保持する時間長を定める。これを換算すると発振器Gに対し急速応答電源制御スイッチJ6について説明したと同様なデューティサイクル制御を行う。しかしこの場合においては定電流電源の高周波発振器の周波数よりも遙かに低い周波数でこれを行う。

再び第8図の下側において、ブロックGよりの

Gを通じワイアサーボブロックGに対し一定の信号を送出する。この場合導線G上のパルス幅変調制御信号はブロックDより導出される。この信号はブロックGよりの電圧プログラム信号と導線Gを介して伝えられる電圧フィードバック信号との差を加算回路Gにより取り出し、増幅器Gで増幅して得られたものである。第7図の基本的ブロックダイヤグラムについて述べたようにスイッチ接点J3およびGがOVOW端子位置にある場合には供給電源は定電圧制御モードとして動作し、またこれらスイッチ接点が実線で示したようにCOODW位置にある場合には電源は定電流制御モードとして動作する。これらの何れの動作モードを選択するかは溶接モードスイッチにより選択することができる。

第7図においてのべた低周波パルスブロックHの詳細を第8図につき説明する。第8図に示すようにこのブロックHはベース値に比較してパルスのピーク値を形成するパルス振幅制御回路Gを有している。溶接モードスイッチの位置に応じて

このピーク値は加算回路 α によりプロック 61 よりのパルス振幅信号とプロック α よりの電流プログラム信号を加算して加算回路 α で形成するか、またはプロック 61 よりのパルス振幅信号とプロック α よりの電圧プログラム信号を加算回路 α で加算して形成する。またこれと同様にベース値は 62 で示した零または大地レベルを電流プログラム信号または電圧プログラム信号の何れかに加算してこれを形成する。従つてベースレベルは電流プログラム信号または電圧プログラム信号の何れかと等しくなる。スイッチ接点 63 を駆動しピーク位置とベース位置との間において所望の低周波振動で移動するようにし、発振器 64 の制御によりこの低周波は 0.3 ないし 20Hz の間に変わり得るようとする。このパルス振幅はプロック 61 において調整し得るのみでなくバルスのデューティサイクルまたはバルス幅のプロック 65 によつて制御することができる。このプロック 65 は低周波発振器 64 よりの三角形状波と共に動作し、これをスイッチ接点 63 に至る比較回路 66 に供給する。低周

波パルスを上述の溶接ヘッドの移動速度と同期させたい場合にはスイッチ 67 を切換え、低周波発振器の出力周波数をプロック $68a$ で示されている移動速度(TVL SYNC)と同期せしめる。また低周波パルスを発振器位置に対し同期させることを望む場合にはスイッチ 67 を $68b$ で示す発振器同期(OSO SYNC)位置に切り換える。この発振器同期のさらに具体的な例については米国特許第4,019,016号に記載してある。

上述した各回路の動作を第9, 10, 11図についてその全体を説明する。

第9図はプロック A の急速応答電源のトランジスタスイッチ 36 のデューティサイクルすなわちその開および閉のサイクルを略図的に示すものである。すでに述べた如くこの開閉は高い周波数例えば 16kHz で行われる。例えばノ例としてバルス 69 は通常の電流を表わす。電流を増加させるべきときは 70 に示す如くバルス幅を増加させ、また電流を減少させる必要のある時は 71 に示すようにバルス幅を減少させる。

第10図は第9図に示した電源より溶接ヘッドに供給される電流の制御に使用する電流基準制御信号を示す。この電流は高出力値例えば 400A (アンペア)と低電流出力値すなわちアークを維持するに充分な電流に対応する出力値の間にバルスを行い、これらの値をそれぞれ 72 および 73 で示してある。上述の如くその周波数自体は $40 - 999\text{Hz}$ の間に調整可能とする。振幅の矢印 A , A' , A'' で示すように順次最低アンペアレベルまで一連の値に調整可能とする。

終わりにプロック C および D により供給される出力電流または電圧制御ループ増幅器によるこの電流基準制御信号のバルス幅変調を第10図に点線で示してある。すなわち通常のバルス幅を W で示した実線の如くとすると増加したバルス幅は W' の如くであり、電流を減少させるとときのバルス幅は W'' で示す如くである。

第7図および第8図においてプロック H により行われた低バルス周波数の選択的付加を第11図に示し、この低周波パルスは 74 および 75 で示すビ

ーク値およびベース値の間で生ずる。連続して生ずる場合においては過大である出力レベルとこれより低い出力レベルの間に電力レベルを交互に変えることによつて溶融溜りの寸法はその粒が曲がつて落ち始めそうになるものよりやや低い出力レベルに下がつて冷却され、引き戻され収縮するような形となる。この作用によつて溶接の全ての位置、すなわち水平、上向き等の位置においても高品質を維持しながら最大の堆積速度を得ることを可能とする。本発明においては第10図に示し説明したように電流基準制御信号を広く制御することにより溶接工程の大なる安定度が得られ、このため上述の如く低周波バルスを利用することを可とする。

以上説明した本発明による利点および特徴を要約すると次の如くとなる。

- (1) 電流基準制御信号により変調する最大出力電流を供給電源の最大出力値にセットすることにより各大出力電流バルスによつてこのバルスの持続時間中高密度のスプレイ転移が行われる。

またこのセットの下限においては上述の如く低電流出力または最少アンペアバラメータを調整できるので変調パルスの間においてアークを信頼度高く保持することができる。これらの調節によつて従来の装置によつて得られたものと比較するとき、同等の堆積速度を得るために本発明によつては20~30%低い電力レベルによつてスプレイ転移を得ることができる。

- (2) 変調周波数の選定により、すなわち電流基準制御信号の所定周波数を溶接パラメータとして調節できることによりこの変調周波数を特定の種類の溶接作業、特定の電極材料およびその直径に対し対応させて“同調”(適合)させることができるので溶接工程の安定度が増加する。
- (3) 上述の如く工程の安定度が得られるので溶接の溶融溜りの制御に対し低周波パルス動作を使用し得るため可視制御においてかつ全ての溶接位置に対し金属的に高品質の溶接を保持しながら最大の堆積速度を得ることができます。

本発明の好適な実施例においては3つの個別

のパルス幅変調を互いに組合せて使用するものである。すなわちこれを要約すると次の如くである。

- (1) 急速応答電源電流の制御に16 KHzのパルス幅変調周波数を使用する。
- (2) 溶接作業、電極直徑およびその組成に対応する転移特性を得るために作業の安定化を計るための“同調”に対し40~999 Hzのパルス幅変調周波数を使用する。
- (3) 定位置外溶接作業における溶融溜りの制御に対し、1/2~2 Hzのパルス幅変調パルス周波数を使用する。

上述の全ての要素を組合せ集積化した自動溶接装置に組込むときは極めて低い出力の溶接より定位外作業における極めて高い堆積速度まで非常に広い幅においてスプレイ転移機能を達成することができ、これらの全ての場合において最大公約数的にスラッター(飛散)が極めて少ない高品質が得られ、かつ工程の反復特性も良く、またアークの安定性のよい作業が可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図は本発明を理解する上で基本的知識として必要なガス金属アーク溶接における種々の金属転移モードを示す略図。

第7図は本発明を実施する装置の各構成部分の概略を示すプロックダイアグラム。

第8図は第7図の各プロック内のさらに詳細な構成の一部を示す詳細化したプロックダイアグラム。

第9図は溶接ヘッドに制御電力を供給する一例として電源供給に固体トランジスタスイッチを行い、その開閉にパルス幅変調を用いる状態を説明する図。

第10図は溶接ヘッドに供給する電力の一制御因子として用いる電流基準制御信号の波形を示す図。

第11図は溶接出力の低パルス周波数制御を示す他の波形図である。

10…溶接ヘッド、11…フィードドライヤ、12…接触管、13…加工片、14…アーク、15…溶融溜り、16…ドロップ、A…定電流電源、24…ライ

ドローラ。

特許出願人 ダイメトリクス・インコーポレーテッド

代理人弁理士 杉村 晓秀 

同 弁理士 杉村 興作

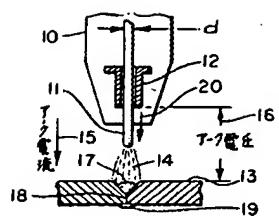


FIG. 1.

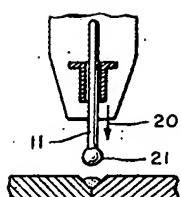


FIG. 2.

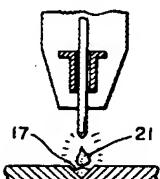


FIG. 3.

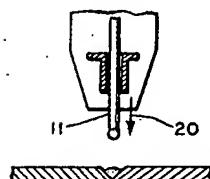


FIG. 4.

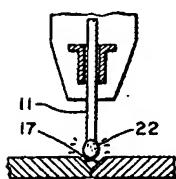


FIG. 5.

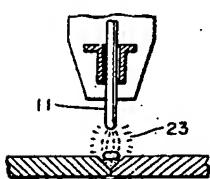


FIG. 6.

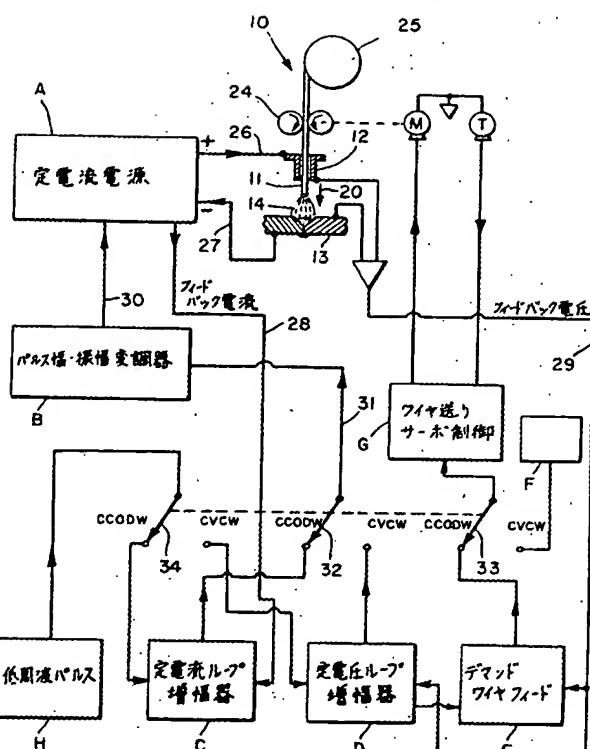


FIG. 7.

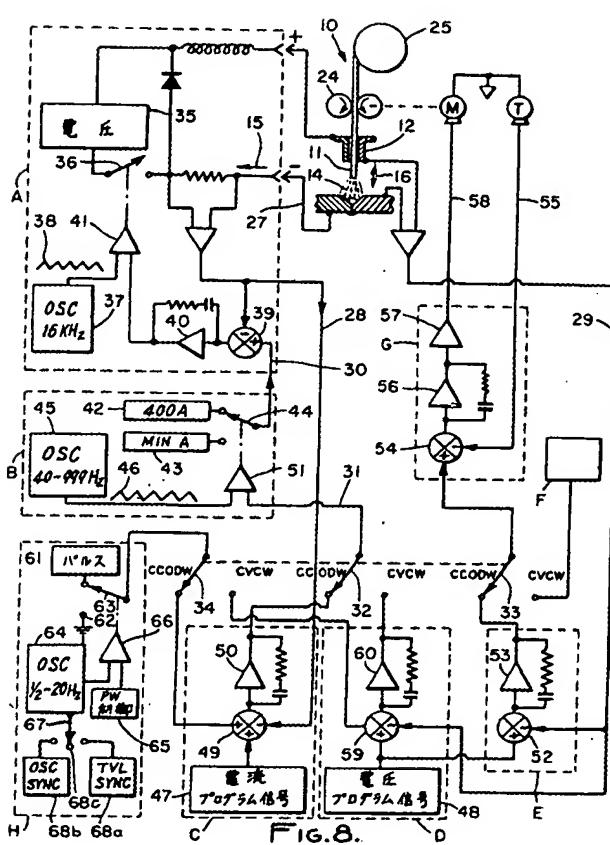


FIG. 8.

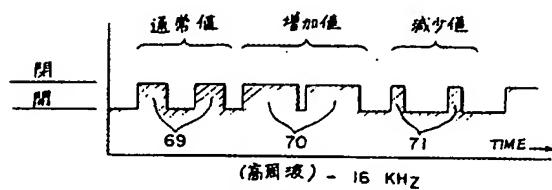


FIG. 9.

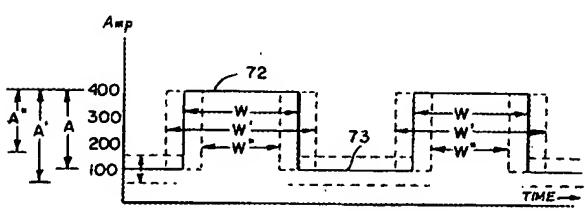


FIG. 10.

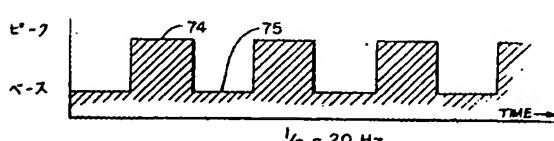


FIG. 11.